

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

(19)日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-87557

(43)公開日 平成7年(1995)3月31日

(51)Int.Cl.<sup>9</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 4 Q 7/36

G 0 6 F 17/50

7304-5K

7623-5L

H 0 4 B 7/ 26

G 0 6 F 15/ 60

1 0 5 A

4 5 0

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 12 頁)

(21)出願番号

特願平5-226853

(22)出願日

平成5年(1993)9月13日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 吉浦 裕

神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株

式会社日立製作所システム開発研究所内

(72)発明者 水原 登

神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株

式会社日立製作所システム開発研究所内

(72)発明者 嶋野 敦生

神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株

式会社日立製作所システム開発研究所内

(74)代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 移動無線通信のための屋内基地局の配置決定方法およびシステム

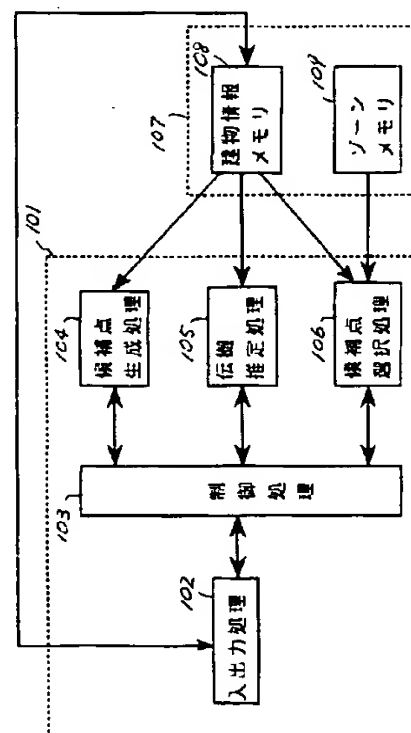
(57)【要約】

【目的】指定された建物内の全体に電波が届くように、屋内コードレス電話の基地局の最適な配置位置を自動的に決定する方法およびシステムを提供する。

【構成】建物の構造データを入力した後、制御処理103によって候補点生成処理104を起動して、建物内での基地局配置位置の候補点を生成する。次いで、伝搬推定処理105を起動し、各候補点毎にそこに基地局を配置した場合の電波が届く範囲(ゾーン)を推定する。最後に候補点選択処理106を起動して、できるだけ少数のゾーンで建物内全体に電波が届くように候補点を選択し、これを入出力処理102によって、出力する。

【効果】基地局配置作業の生産性が向上し、配置基地局数を削減でき、移動無線通信実稼働時において、電波不到達ゾーンにより通話不良の発生を抑えることができる。

図 1



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】記憶手段と、データ入出力手段と、上記記憶手段に記憶されたデータに基づいてプログラムに従った所定の計算を行うためのデータ処理手段とを有する情報処理システムによる移動無線通信のための屋内基地局の配置決定方法において、

上記入出力手段から、建物の構造に関する情報を入力し、

上記構造データを前提として、建物内に予め設定した複数個の基地局候補点からの電波の伝搬範囲を推定し、各候補点における電波伝搬範囲の位置関係に基づいて、上記建物内の指定領域全体に一定品質の電波が届くように移動無線基地局の個数と配置位置を決定し、

上記決定された基地局の個数と配置位置を表す情報を上記入出力手段に出力することを特徴とする移動無線通信のための屋内基地局の配置決定方法。

【請求項2】前記基地局の個数と配置位置の決定が、建物内の指定領域全体を格子状に分割して各格子点を基地局の配置候補位置とし、これらの各候補点毎に、そこに基地局を配置したと仮定した場合に電波が所定の品質で伝搬する範囲（以下、ゾーンと言う）を求めるステップと、

前記建物構造情報から、建物内部における壁の隅に位置する複数の格子点（以下、隅格子点と言う）を見つけ、上記隅格子点の全てを最小数のゾーンで被覆できる第1のゾーン組合せを見つける第1段階の選択ステップと、上記第1のゾーン組合せと残りのゾーンから選択された少なくとも1つのゾーンとからなる第2の組合せの中から、最小数のゾーンで建物内の指定領域全体を被覆できるゾーン組合せを見つける第2段階の選択ステップとからなり、上記第2段階の選択ステップで選択された各ゾーンから、前記移動無線基地局の個数と配置位置を決定するようにしたことを特徴とする請求項1に記載の屋内基地局の配置決定方法。

【請求項3】前記各候補点毎に求めたゾーンについて、他のゾーンとの重なり具合をチェックし、もし、他のゾーンに包含されてしまうゾーンがあれば、そのゾーンおよび格子点を候補位置から除外して、前記第1段階および第2段階の選択ステップを実行することを特徴とする請求項2に記載の屋内基地局の配置決定方法。

【請求項4】前記各ゾーンを、そのゾーンに含まれる格子点の集合によって定義することを特徴とする請求項2または請求項3に記載の屋内基地局の配置決定方法。

【請求項5】前記第1段階の選択ステップで同数のゾーンからなる第1の組合せが複数組あった場合に、該複数の組合せに対して前記第2段階の選択ステップを実行することを特徴とする請求項2～請求項4の何れかに記載の屋内基地局の配置決定方法。

【請求項6】前記建物構造情報が建物の外壁と内壁の形状、材質を示す情報を含むことを特徴とする請求項2～

請求項5の何れかに記載の屋内基地局の配置決定方法。

【請求項7】前記建物の構造情報が、建物図面から画像として入力されることを特徴とする請求項2～請求項5の何れかに記載の屋内基地局の配置決定方法。

【請求項8】前記建物の特定の領域を電波の伝搬範囲として、前記移動無線基地局の個数と配置位置が決定されることを特徴とする請求項2～請求項7の何れかに記載の屋内基地局の配置決定方法。

【請求項9】データを記憶するための記憶手段と、建物の構造情報の入力と計算結果を出力するためのデータ入出力手段と、上記記憶手段に記憶されたデータに基づいて所定の計算を行うためのデータ処理手段とからなり、上記データ処理手段が、

上記入出力手段から入力されて上記記憶手段に記憶された建物の構造データと、予め上記記憶手段に用意してある建物内部における電波伝搬の解析アルゴリズムとを前提として、建物内に予め設定した複数個の基地局候補点からの電波の伝搬範囲を推定する手段と、

各候補点における電波伝搬範囲の位置関係に基づいて、上記建物内の指定領域全体に一定品質の電波が届くように移動無線基地局の個数と配置位置を決定し、上記決定された基地局の個数と配置位置を表す情報を上記入出力手段に出力するための手段とを有することを特徴とする移動無線通信のための屋内基地局配置決定システム。

【請求項10】前記電波の伝搬範囲を推定する手段が、前記建物内の指定領域全体を格子状に分割して各格子点を基地局の配置候補位置とし、これらの各候補点毎に、そこに基地局を配置したと仮定した場合に電波が所定の品質で伝搬する範囲（以下、ゾーンと言う）を求め、前記基地局の個数と配置位置の決定および出力手段が、前記建物構造情報から、建物内部における壁の隅に位置する複数の格子点（以下、隅格子点と言う）を見つけ、上記隅格子点の全てを最小数のゾーンで被覆できる第1のゾーン組合せを見つける第1の選択手段と、上記第1のゾーン組合せと残りのゾーンから選択された少なくとも1つのゾーンとからなる第2の組合せの中から、最小数のゾーンで建物内の指定領域全体を被覆できるゾーン組合せを見つける第2の選択手段とを有し、上記第2の選択手段で選択された各ゾーンから、前記移動無線基地局の個数と配置位置を決定することを特徴とする請求項9記載の屋内基地局配置決定システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、基地局と移動局からなる移動無線通信のための屋内基地局の配置決定方法およびシステムに関し、特に建物内の指定された場所に指定された品質の電波が基地局から届くように、基地局配置位置を自動的に決定するための方法およびシステムに関する。

## 【0002】

## 3

【従来の技術】移動無線通信システムには、例えば、コードレス電話システムや無線LANなどのように、固定位置にある基地局と、位置の変動する移動局とから構成されるものがある。コードレス電話では、利用者が持ち歩く携帯電話機が移動局に相当し、携帯電話機と電波をやり取りする電話線に接続された機器が基地局に相当する。

【0003】この種の移動無線通信システムにおいて良好な通信を行うためには、以下の条件を満たす必要がある。

【0004】(1) 移動局を持った利用者が通信エリア内のどこに位置しても、基地局から移動局に対して音声やデータを運ぶための電波が所定の品質で届く。ここで、電波の品質は、例えば、「発信側から受信側への伝搬電波の減衰量が一定値以下である」、「受信時の電波強度が一定値以上である」、「受信時の音声やデータの誤り率が一定値以下である」などの基準により定義される。

【0005】(2) 移動局を持った利用者が通信エリア内のどこに位置しても、移動局から基地局に対して、データや音声運ぶための電波が所定の品質で届く。

【0006】電波の伝搬においては、例えば、「電気力学」、培風館(1973年)発行、第120頁から第122頁に示されるように、相対原理が成り立ち、地点Aから地点Bへ一定品質の電波伝搬が可能ならば、地点Bから地点Aへも同じ品質の電波伝搬が可能である。このため、上記した条件(1)(2)は、結果的には条件(1)に集約され、移動無線通信システムにおいては、各基地局をそれぞれの管轄領域内の全範囲に所定品質の電波が届くように配置する必要がある。

【0007】特に、屋内の無線通信システムの場合、電波が建物の壁で反射、透過、回折などの現象を起こすため、電波の伝搬が極めて複雑なものとなる。また、一般的に、屋外に比べて、一つの基地局でカバーできる通信範囲が比較的狭くなってしまうため、屋内の全領域をカバーできるように、多数の基地局を配置した構成としている。この場合、屋内無線通信における基地局のレイアウトの決定は、平均的なエンジニアにとって手間がかかる困難な作業となる。尚、建物内での基地局からの電波伝搬を推定する技術に関しては、例えば、「無線通信の電波伝搬」、電子情報通信学会(1992年)発行、第239頁から第242頁に論じられている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】上記従来技術は、既に決められた基地局配置に対して、そこからの電波到達範囲を推定するだけであり、基地局をどこに配置すればよいかを決めるものではない。そこで、この技術だけでは、基地局配置の困難を十分に解消することはできず、以下の問題が生じている。

【0009】(1) 配置作業に時間がかかる。

## 4

【0010】(2) 配置結果が前記の条件を満たしておらず、電波が届かない場所、すなわち通信不良エリアが生じる。

【0011】(3) 必要個数以上の基地局が配置され、その結果として、システムのコストが上昇する。

【0012】本発明の目的は、建物の壁の影響を反映した上で建物内の通信したい領域全域に一定品質の電波が届くように、基地局の配置位置を決定するための方法およびシステムを提供することにある。

10 【0013】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明による移動無線通信のための屋内基地局配置決定システムは、データを記憶するための記憶手段と、建物の構造情報の入力と計算結果を出力するためのデータ入出力手段と、上記記憶手段に記憶されたデータに基づいて所定の計算を行うためのデータ処理手段とからなり、上記データ処理手段が、上記入出力手段から入力されて上記記憶手段に記憶された建物の構造データと、予め上記記憶手段に用意してある建物内部における電波伝搬の解析アルゴリズムとを前提として、建物内に予め設定した複数の基地局候補点からの電波の伝搬範囲を推定する手段と、各候補点における電波伝搬範囲の位置関係に基づいて、上記建物内の指定領域全体に一定品質の電波が届くように移動無線基地局の個数と配置位置を決定し、上記決定された基地局の個数と配置位置を表す情報を上記入出力手段に出力するための手段とを有することを特徴とする。

20 【0014】上記電波の伝搬範囲を推定する手段は、例えば、建物内の指定領域全体を格子状に分割して各格子点を基地局の配置候補位置とし、これらの各候補点毎に、そこに基地局を配置したと仮定した場合に電波が所定の品質で伝搬する範囲(以下、ゾーンと言う)を所定のアルゴリズムで求める。この場合、望ましくは、これらの各ゾーンについて、他のゾーンとの重なり具合をチェックし、もし、他のゾーンに包含されてしまうゾーンがあれば、そのゾーンおよび格子点を候補位置から除外する。

30 【0015】また、上記基地局の個数と配置位置の決定および出力手段は、例えば、建物構造情報から、建物内部における壁の隅に位置する複数の格子点(以下、隅格子点と言う)を見つけ、上記隅格子点の全てを最小数のゾーンで被覆できる第1のゾーン組合せZC1を見つければ、第1の選択動作を行った後、上記第1のゾーン組合せと残りのゾーンから選択された少なくとも1つのゾーンとからなる第2の組合せの中から、最小数のゾーンで建物内の指定領域全体を被覆できるゾーン組合せZC2を見つければ、第2の選択動作を行い、上記第2の選択動作で選択されたゾーン組合せZC2の各ゾーンから、移動無線基地局の個数と配置位置を決定する。

40 【0016】尚、上記基地局の最適配置決定処理におい

て、各ゾーンを、例えばそのゾーンに含まれる格子点の集合によって定義しておく、上述したゾーンの組合せ ZC1 が全ての隅格子点を含むか否かの判定、およびゾーンの組合せ ZC2 が指定領域全体の格子点を含むか否かの判定を容易に行うことが可能となる。

#### 【0017】

【作用】本発明によれば、データ処理システムによる推論動作によって、建物内における基地局の最適な配置位置を自動的に見つけることができるため、基地局数の削減と、配置位置決定作業の所要時間の短縮が可能となる。

#### 【0018】

【実施例】以下、本発明の一実施例を図面を参照して説明する。

【0019】ここでは、建物の内部全体に一定の品質の電波が届くように、屋内コードレス電話の基地局を配置するシステムを例にとって説明するが、本発明は、無線 LAN など他の無線通信システムについても同様の方法が適用できる。

【0020】従来の技術で述べたように、電波の品質は、発信側から受信側への伝搬における電波の減衰、受信時の電波強度、受信時の音声やデータの誤り率などの基準により定義される。以下の説明では、基地局から一定品質で電波が到達する範囲を「電波の到達範囲」と称し、或る基地局毎の電波の到達範囲のことをその基地局を中心とするゾーン、あるいは基地局からのゾーンとも呼ぶことにする。

【0021】図2は、本発明を実施する情報処理システムのハードウェア構成図を示す。201は入出力端末201であり、利用者によって操作され、壁の形状、材質等を表す建物の構造情報や基地局配置のための各種の命令を入力するための入力装置、あるいは建物の図面情報を画像として入力するスキャナ装置と、中央処理装置から与えられた上記建物の図面情報、一つ以上の基地局の配置位置情報、あるいは各基地局からの電波の到達範囲(ゾーン)を表す情報等をレイアウト図面として表示するための出力装置とを備える。

【0022】中央処理装置202は、入出力端末201から入力された建物の構造情報あるいは図面情報を記憶装置203に格納する。また、入出力端末201から基地局配置命令が入力されると、記憶装置203に記憶してある建物情報を利用して推論動作を実行する。まず、建物情報を読み出し、建物内に基地局配置の候補点となる一定間隔の格子点を生成し、各候補点からの電波到達範囲、すなわちゾーンを算出して、これを記憶装置203に記憶する。次いで、記憶装置203から各候補点毎のゾーンを読み出し、できるだけ少数のゾーンの組合せで建物全体を被覆できるように候補点を選択し、選択した候補点を基地局の配置位置とする。これらの基地局位置と各基地局のゾーンを表す情報は入出力端末201に

出力される。

【0023】図1は、上記した基地局の自動配置設計を行うためのプログラムの機能構成図を示す。ブロック101は中央処理装置で実行する処理プログラム、107は記憶装置203に形成される情報記憶領域を示す。上記処理プログラムは、入出力処理102、制御処理103、候補点生成処理104、伝搬推定処理105、および候補点選択処理106の各ルーチンから成る。また、情報記憶領域107は、建物情報メモリ108とゾーンメモリ109から成る。

【0024】入出力処理102では、入出力端末201から入力された建物の壁の形状、材質等を表す建物の構造情報を受取り、建物情報メモリ108に格納する。建物の情報が建物図面の画像情報として入力された場合は、例えば、情報処理学会誌、第24巻、第9号(1983年)、第1086頁から第1094頁に示されたような図面認識技術を応用して、これを数値、記号など計算機の内部情報に変換した後、建物情報メモリ108に格納する。また、基地局配置の起動命令を受け取ると、これを制御処理103に渡す。一方、制御処理103からの指令に応答して、建物情報メモリから建物情報を読み出し、これを図形として入出力装置201に表示する。また、制御処理103から、配置決定された一つ以上の基地局位置情報と、各基地局からの電波の到達範囲を表す情報を受取ると、これらの情報を建物図形に重ねた形で入出力装置に表示する。

【0025】制御処理103は、入出力処理102から基地局配置の起動命令を受取ると、まず、候補点生成処理104を起動し、基地局の配置位置候補となる格子点データを生成する。次に、上記候補点生成処理104で生成された候補点データを伝搬推定処理105に渡し、この処理を起動して各候補点からの電波の到達ゾーンを推定する。各候補点についての電波到達ゾーンが求まると、候補点選択処理106を起動し、できるだけ少数のゾーンの組合せで建物内部の全領域を被覆するような候補点を選択する。このようにして選択された候補点が基地局の配置位置となり、その位置データとゾーンを示すデータが入出力処理102に渡される。

【0026】候補点生成処理104では、建物情報メモリ108から建物情報を読み出し、例えば図3に示すように、建物内に一定間隔、例えば2m間隔の格子点データを生成し、各格子点を基地局配置の候補点とする。

【0027】伝搬推定処理105は、候補点生成処理104で生成した格子点の集合を受取った後、建物情報メモリ108から建物情報を読み出し、各格子点について、そこに基地局をおいた場合の一定品質の電波が到達するゾーンを所定のアルゴリズムで求める。

【0028】建物内における基地局からの電波伝搬を推定する方法(アルゴリズム)については、前述した「無線通信の電波伝搬」、電子情報通信学会(1992年)

第239頁から第242頁に論じられている。この方法は、基地局から多数の電波の矢が飛び出すものと仮定し、それぞれの電波の矢の進路が壁における透過、反射、回折等によってどのように変化するかをトレースすることによって、電波伝搬を推定する。

【0029】上記伝搬推定処理105では、上述した電波伝搬の推定を各格子点（候補点）毎に繰り返すことにより、格子点毎のゾーンを求める。ゾーンの位置と面積は、ゾーン内に含まれる格子点データの集合によって表す。例えば、格子点番号が「25」の格子点を中心として求めたゾーン内に格子点番号「5」、「14」、「15」、「16」、「23」、「24」、「25」、「26」、「27」、「34」の格子点が含まれていたとすると、このゾーンは{5、14、15、16、23、24、25、26、27、34}で定義される。このようにして、各候補点毎に求められたゾーンデータは、ゾーンメモリ109に格納される。

【0030】候補点選択処理106は、ゾーンメモリ109から候補点毎のゾーンデータを読み出し、建物内全体を被覆できるゾーンの組合せの中から、できるだけ少数のゾーンからなる組合せを選択する。ここで、ゾーンの組合せ（集合）が建物内全体を被覆できるか否かの判断は、そのゾーン集合に建物内の全ての格子点が含まれるか否かをチェックすることによって行う。上述したように、各ゾーンデータは、そのゾーンに含まれる格子点の集合で表されているため、ゾーン集合に対応する格子点の和集合から、建物内の全格子点が含まれているか否かを判定できる。この候補点選択処理の詳細については、図6～図9を参照して後述する。

【0031】建物情報メモリ108には、入出力処理102によって建物情報が書き込まれ、これらの建物情報は、候補点生成104、伝搬推定処理105、候補点選択処理106によって適宜読み出される。ゾーンメモリ109には、伝搬推定処理105によって各候補点毎のゾーンデータが書き込まれ、これらのゾーンデータは、候補点選択処理106によって読み出される。

【0032】図4は、上記建物情報メモリ108に記憶される建物情報のデータ構成を示す。この例では、建物が外壁と内壁から成るものとし、それぞれの壁を一つ以上の線分（直線）データで定義している。データブロック401は外壁を定義するデータであり、その内の1つのデータレコード4011は、外壁番号「i」の壁に関する外壁番号、線分の始点と終点の座標、壁の厚さ、および壁の材質を示すデータからなっている。データブロック402は内壁を定義するデータであり、データレコード4021は、i番目の内壁に関する内壁番号、線分の始点と終点の座標、壁の厚さ、壁の材質を示すデータからなっている。以下、外壁（あるいは内壁）を表すi番目の直線分のことを、単に、i番目の外壁（あるいは内壁）と呼ぶことにする。

【0033】図5は、ゾーンメモリ109に記憶される基地局毎のゾーンデータの構成を示す。例えば、データレコード501は、i番目のゾーンの定義データであり、ゾーン番号、そのゾーンに含まれる格子点の個数、そのゾーンに含まれる格子点データの集合から成っている。尚、ゾーン番号には、そのゾーンの中心に位置する格子点、すなわち、基地局の配置位置候補となる格子点の番号を用いる。

【0034】以下、図6～図9を参照して、候補点選択処理106の操作について説明する。

【0035】上述したように、本実施例では、建物内部を格子状に分割し、各格子点を基地局配置の候補位置とし、各候補位置に基地局を配置した場合の電波伝搬ゾーンの組合せの中から、できるだけ少ないゾーン数で全ての格子点を被覆できる組合せを選択する。この選択処理は、原理的には、全てのゾーン組合せについて、順次に、建物内全格子点の包含の有無をチェックし、もし包含していた場合には、この組合せに含まれるゾーンの数と既に求まっている組合せの最小ゾーン数とを比較し、ゾーン数の少ない組合せを残す動作を繰り返すことにより実現できる。

【0036】しかしながら、この方法では計算時間が膨大になるため、本発明では、エンジニアのノウハウを利用することによって、選択処理を効率化した。屋内に基地局を配置する場合にエンジニアが行う作業手順を調べた結果、次のことが明らかになった。

【0037】方針（1）：まず、電波の届きにくい建物の隅の領域に電波が届くように、基地局を配置する。そのとき、できるだけ少数の基地局で全ての隅部分を被覆できるように基地局位置を設定する。個々の基地局の配置に際して次の戦略を用いる。なお、ここで言う建物の隅部分は、図6に示すように、二つの壁の接点に位置し、二つの壁のなす角度が180度以下となっている点を意味する。

（a）一つの基地局でできるだけ多くの隅部分を被覆する。

（b）一つの基地局でできるだけ広い領域を被覆する。

【0038】方針（2）：上記方針（1）によって配置した基地局では被覆できない領域をできるだけ少数の追加基地局で被覆するように、基地局を追加配置する。追加基地局の配置位置は、一つの基地局ができるだけ広い領域を被覆するように選ぶ。

【0039】本発明の候補点選択処理では、基本的には上記したエンジニアの経験に基づく方針に従うこととし、これに専門家の手順とは無関係に理論的に考察して得られた次の方針を組み合わせることで処理の効率化を図ることとした。

【0040】方針（3）：一つのゾーンが他の何れかのゾーンに含まれてしまう場合、そのゾーンは冗長である。すなわち、ゾーンの組合せを求めるとき、他のゾー

ンに含まれてしまうゾーンは選択の対象から除いてよい。

【0041】方針(4)建物全体を被覆できるゾーンの組合せの1つが見つかり、そのゾーン数がNであったとすると、ゾーン数がNよりも多い他のゾーン組合せは、既に見つかっている組合せよりも悪い解になる(基地局の個数が多くなる)ため、このような組合せは解の候補から除いてもよい。一方、ゾーン数がNよりも少ない新たな解が見つかった場合は、古い解を捨てて新しい解を残し、新しい解のゾーン数を評価基準値Nとして、その後のゾーン組合せの選択処理を繰り返す。

【0042】図7は、上記方針(1)～(4)を採用した候補点選択処理106の1実施例を示すフローチャートである。

【0043】ステップ701で、全てのゾーンの対を比較し、一方のゾーンが他方のゾーンを包含する場合は、包含されている方のゾーンを棄却する。前述したように、ゾーンは、そこに含まれる格子点の集合により表現されているので、ゾーン間の包含関係は、格子点集合間の包含関係を判定することによって決定できる。このステップは、上記方針(3)を反映したものである。

【0044】ステップ702は、建物の隅に位置する格子点を全て求める。まず、建物情報メモリ108から図4に示した壁情報を読み出し、接続された二つの壁について、その間の角度を算出する。角度の算出は、幾何学の基本計算をプログラム化することにより実現できる。算出した角度が180度以下の場合、二つの壁の接点を隅と見做し、この隅に最も近い格子点を求める。以下、このようにして求めた格子点を「隅格子点」と呼ぶことにし、隅格子点に対する被覆をもって、建物の隅に対する被覆とする。

【0045】ステップ703では、ゾーン数にを示す閾値を初期化する。これは、上記方針(4)を反映したものである。この時点では、まだ、解が一つも見つかっていないため、想定できる最大のゾーン数、すなわち、全格子点数を上記閾値の初期値とする。

【0046】ステップ704では、全ての隅格子点を被覆し、ゾーン数が閾値以下となるような新たなゾーンの組合せZC1を求める処理を実行する。ここで言う「新たな組合せを求める」とは、このステップの最初の実行においては、単に上記条件を満たすゾーンの組合せを求めることを意味し、二回目以降の実行においては、それまでにない別の組合せを求めることを意味する。上記ZC1を求めるための処理の詳細については、図8を用いて後で詳しく説明する。

【0047】ステップ705では、新たな組合せZC1が存在したか否かを判定する。新たな組合せZC1が存在しなかった場合は、格子点選択の全ての可能性をチェック済と判断し、ステップ706で解のリストを出力して、このルーチンを終了し、新たな組合せZC1が存在

した場合には、ステップ707に進む。

【0048】ステップ707では、組合せZC1に残りゾーンを追加することにより、建物内の全格子点を被覆し、ゾーン数が閾値以下であるような新たなゾーンの組合せZC2を求めるための処理を実行し、ステップ708で、このようなZC2が存在したか否かを判定する。

【0049】新たな組合せZC2が存在しなかった場合は、ZC1を前提とした格子点選択の全ての可能性をチェックし尽くしたと判断し、ステップ704に戻って、新たな組合せZC1を求める処理を繰り返す。

【0050】新たな組合せZC2が存在した場合には、ステップ709で、上記組合せZC2におけるゾーン数を閾値と比較する。この場合、ステップ707の処理内容から判るように、ゾーン数の和が閾値より大きくなる可能性はない。ゾーン数が閾値に等しい場合は、上記組合せZC2は、それまでに見つかっている解と同等であるから、ステップ710に進み、これまでに見つかっている解を登録してある解リストにZC2を加えた後、ステップ704に戻る。ゾーン数の和が閾値より小さい場合には、上記組合せZC2はこれまでの解よりも優れている。そこで、ステップ711で、上記組合せZC2のゾーン数を新たな閾値とした後、ステップ712で、解リストから既に登録されている解データを消去し、ZC2を解として登録し、ステップ704に戻る。

【0051】図8は、ステップ704で行う処理の詳細を示すフローチャートである。ここでは、ゾーンの組合せを初期化し(空にする)た後、この組合せに隅格子点を被覆するゾーンを一個づつ選択して追加することにより、ゾーンの組合せを生成する。このようにして生成された組合せが、全ての隅格子点を被覆するか、あるいは、組合せ中のゾーン数が閾値を越えるまで、ゾーンの追加を繰り返す。組合せが全ての隅格子点を被覆した場合には、これを解ZC1として図7のフローチャートにリターンする。組合せが閾値を越えた場合は、他の組合せを試み、全ての組合せを試みた終えた場合には、解ZC1が存在しないと判断してリターンする。

【0052】図8の処理は、空リストを第1の引数P1とし、隅格子点を被覆するゾーンデータを{Z11, Z12, ……Z1M}を第2引数P2として起動される。なお、Mは、隅格子点を被覆するゾーンの個数を示す。

【0053】以下、生成中のゾーン組合せを表すP1と、まだ使っていないゾーンのリストP2を引数として、全ての隅格子点を被覆するゾーン組合せZC1を求める図8の処理の具体的な処理内容をステップを追って説明する。

【0054】ステップ720では、P1が全ての隅格子点を被覆しているか否かを判定する。被覆している場合は、ステップ721に進み、P1をこの処理の解として図7のフローチャートにリターンする。被覆していない場合には、ステップ722に進み、P1中のゾーン数が

閾値に等しいか否かを判定する。もし、等しければ、P 1にこれ以上ゾーンを追加しても、閾値を越えたゾーン組合せしか得られないため、ステップ723に進み、閾値オーバーとして図7のフローチャートにリターンする。この処理は、前記方針(4)を反映している。

【0055】P 1中のゾーン数が閾値より小さい場合は、ステップ724に進み、P 2中のそれぞれのゾーンZ 11、Z 12、……Z 1Mについて、P 1との組合せを生成する。すなわち、P 1とZ 11との組合せ、P 1とZ 12との組合せ、……P 1とZ 1Mとの組合せを順次に生成する。これらの組合せを、以下、P 11~P 1Mと表す。

【0056】次に、ステップ725で、組合せP 11~P 1Mから既に生成済のゾーン組合せを除き、残りを隅格子点を多く含む順に並べ替える。隅格子点の個数が同数のものがあれば、格子点を多く含む順に並べる。このように並べ替えた組合せをP 11'~P 1N'とする。以下、P 11'から順に処理する。これは、前記方針(1)の(a)を反映している。

【0057】ステップ726では、Z 11~Z 1Mから、P 11'~P 1N'に用いたものを選択し、P 11'~P 1N'の順序に合わせて並べ替える。その結果を、Z 11'~Z 1N'とする。

【0058】ステップ727で、パラメータiを「1」に初期化し、ステップ728で、P 1iを第1引数に、また、P 2からZ 1i'を除いたものを第2引数として、この処理を再帰的に呼び出す。

【0059】次に、ステップ729で、再帰的に呼び出した本処理の結果を判定し、ゾーンの組合せが解Aとしてリターンされた場合は、ステップ730に進み、Aをこの処理の解として図7のフローチャートにリターンする。

【0060】再帰的に呼び出した本処理でゾーンの組合せがリターンされなかった場合は、ステップ731でパラメータi=Nか否かを判定する。もし、i=Nの場合には、P 1を前提とした全ての組合せをチェックし尽くしたことになるので、解がないとして図7のフローチャートにリターンする。そうでない場合は、ステップ733でパラメータiの値をインクリメント(+1)した後、ステップ728に戻って、他の組合せを試みる。

【0061】図9は、図7のステップ707の詳細を説明する。まず、動作の概略を説明する。本処理では、ゾーンの組合せを図7のステップ704で求めたZ C 1に初期化し、これに対して、ゾーンを一個づつ選択して追加することにより、ゾーンの組合せを生成する。組合せが全ての格子点を被覆するか、組合せ中のゾーン数が閾値を越えるまでゾーンの追加を続け、組合せが全格子点を被覆した場合には、これを解Z C 2として図7のフローチャートにリターンする。閾値を越えた場合には、他の組合せを試み、全ての組合せについて試み終了の場合

は、解Z C 2がないとして図7にリターンする。

【0062】Z C 2を求めるための図9の処理は、生成中のゾーン組合せを表すZ C 1に含まれていないゾーンZ 21、Z 22、……Z 2Sを求め、Z C 1を第1の引数Q 1、上記未使用ゾーン{Z 21、Z 22、……Z 2S}を第2の引数Q 2として起動される。尚、Sは、Z C 1に含まれないゾーンの個数を示す。

【0063】図9のフローチャートにおいて、ステップ740で、Q 1が全格子点を被覆しているか否かを判定し、被覆している場合は、ステップ741で、Q 1をこの処理の解として図7のフローチャートにリターンする。

【0064】被覆していない場合は、ステップ742に進み、Q 1中のゾーン数が閾値に等しいか否かを判定する。もし、等しければ、Q 1にこれ以上ゾーンを追加しても、閾値を越えたゾーン組合せしか得られないため、ステップ743で、閾値オーバーとして図7のフローチャートにリターンする。この処理は、前記方針(4)を反映している。

【0065】Q 1中のゾーン数が閾値より小さい場合は、ステップ744に進み、Q 2中のそれぞれのゾーンZ 21、Z 22、……Z 2Sについて、Q 1との組合せを生成する。すなわち、Q 1とZ 21との組合せ、Q 1とZ 22との組合せ、……Q 1とZ 2Sとの組合せを生成する。これらを、Q 21~Q 2Sとする。

【0066】ステップ745では、Q 21~Q 2Sから既に生成したゾーン組合せを除き、残りのゾーン組合せを格子点を多く含む順に並べる。並べ替えたものをQ 21'~Q 2T'とする。以下、Q 21'から順に処理する。これは、前記方針(1)(b)を反映している。

【0067】ステップ746では、Z 21~Z 2Sから、Q 21'~Q 2T'に用いたものを選択し、Q 21'~Q 2T'の順序にあわせて並べ替える。その結果を、Z 11'~Z 1T'とする。

【0068】ステップ747で、パラメータiを「1」に初期化した後、ステップ748で、Q 2iを第1の引数、Q 2からZ 2i'を除いたものを第2の引数として、この処理を再帰的に呼び出す。

【0069】ステップ749では、再帰的に実行した処理結果を判定し、もし、ゾーンの組合せが解Bとしてリターンされた場合は、ステップ750で上記Bを解として図7のフローチャートにリターンする。ゾーンの組合せがリターンされなかった場合には、ステップ751でi=Tか否かを判定する。i=Tの場合には、Q 2を前提とした全ての組合せでの試みを尽くしたことになるため、ステップ752で、解がないとして図7のフローチャートにリターンする。そうでない場合には、ステップ753で、パラメータiの値をインクリメント(+1)し、ステップ748に戻り、他の組合せについて上述した処理を繰り返す。



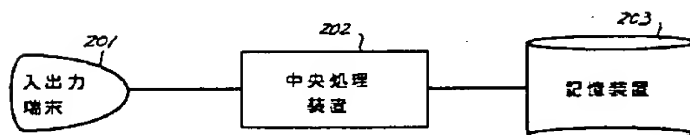
【0070】以上のように、本実施例によれば、コードレス電話の屋内基地局配置において、当該建物の全体に電波が到達するように、基地局の個数および位置を自動的に決定できるので、以下の効果を得ることができる。

- (1) 基地局配置作業の生産性向上。
- (2) コードレス電話稼働時において、電波不到達ゾーンにより通話不良が生じることを防止。
- (3) 配置基地局数の削減による電話設備のコスト低減。

【0071】なお、上述した実施例では、建物内全域に電波が届くように基地局を配置したが、基地局の設置範囲を限定し、建物内の指定された領域内でのみ電波が届くように基地局配置を行うように変更することは容易である。具体的には、まず、移動端末の利用範囲を指定するために、入出力処理102において、建物の形状を表す図形を入力すると同様の方法により、設置範囲指定領域を表す図形を入力する。また、図7のステップ704（図8のステップ720）とステップ707（第9図のステップ740）において、全ての隅格子点を被覆するという条件、および全ての格子点を被覆するという条件の代わりに、指定領域内の全ての隅格子点を被覆するという条件、および全ての格子点を被覆するという条件を用いればよい。

【0072】また、建物内全体のうち、比率指定で電波の届べき場所を指定し、そこに基地局を配置するようにしてもよい。具体的には、まず、入出力処理102において、電波の届くべき場所の比率を指定し、図7のステップ707（第9図のステップ740）において、全ての格子点を被覆するという条件の代わりに、全格子点のうち指定された比率以上の格子点を被覆するという条件

【図2】



を用いればよい。

【0073】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明によれば、移動無線通信の屋内基地局配置において、当該建物のうち必要な場所に電波が到達するように、基地局の個数および位置を自動的に決定できるので、基地局配置作業の生産性が向上し、配置基地局数の削減でき、移動無線通信稼働時において、電波不到達ゾーンにより通話不良が生じることを防止、あるいは、通話不良率を一定値以下に抑えることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を実施するための情報処理システムにおける主要部の1実施例を示す機能構成図。

【図2】本発明を実施するための情報処理システムのハードウェア構成図。

【図3】建物の形状と基地局配置の候補点となる格子点との関係を示す図。

【図4】建物の壁に関するデータの1例を示す図。

【図5】ゾーンを表すデータの1例を示す図。

【図6】電波の届きにくい隅領域の1例を示す図。

【図7】ゾーン選択処理の1実施例を示すフローチャート。

【図8】図7におけるステップ704（隅格子点被覆処理）の詳細を示すフローチャート。

【図9】図7におけるステップ707（格子点被覆処理）の詳細を示すフローチャート。

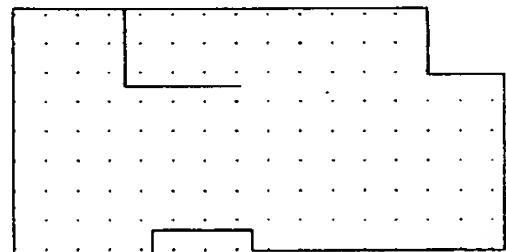
【符号の説明】

102…入出力処理、103…制御処理、104…候補点生成処理、105…伝搬推定処理、106…候補点選択処理。

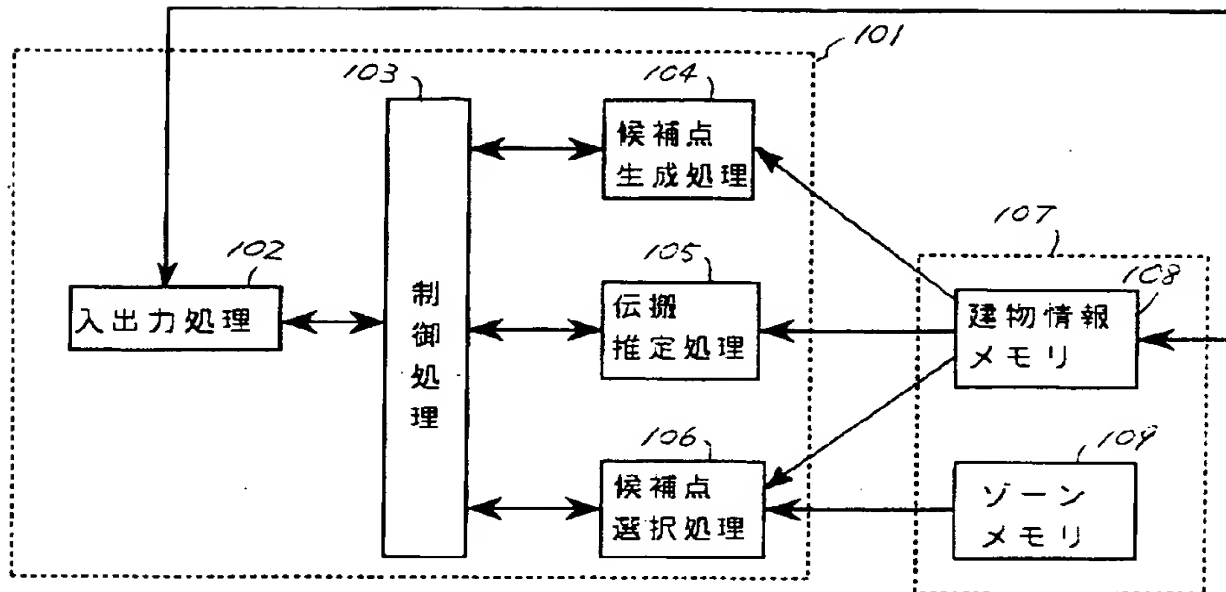
【図3】

図  
2

図 3



【図1】

図  
1

【図4】

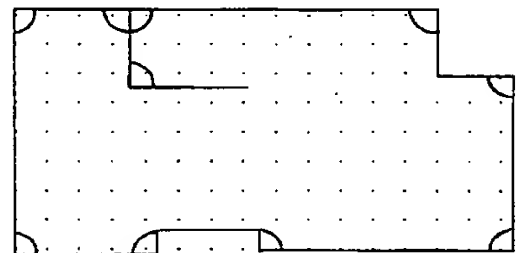
【図6】

図  
5

図6

(外壁番号1	(点1 1	点1 2)	厚さ1	材質1)	401
(外壁番号2	(点2 1	点2 2)	厚さ2	材質2)	
(外壁番号i	(点i 1	点i 2)	厚さi	材質i)	4011
(内壁番号1	(点1 1'	点1 2')	厚さ1'	材質1')	402
(内壁番号2	(点2 1'	点2 2')	厚さ2'	材質2')	
(内壁番号i	(点i 1'	点i 2')	厚さi'	材質i')	4021

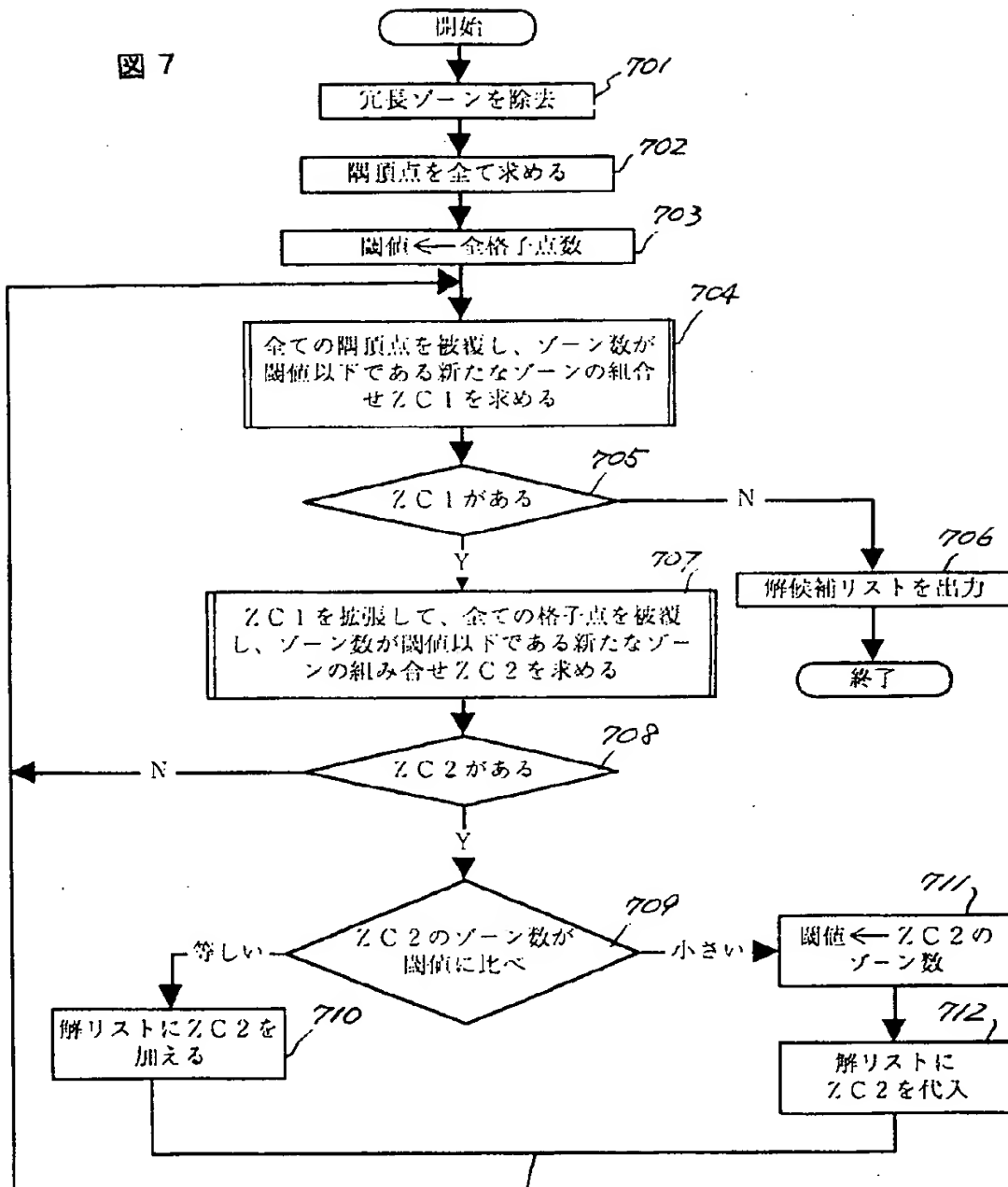
【図5】.

図  
5

(ゾーン番号1	格子点数1	(格子点番号1 1	格子点番号1 2	格子点番号1 N1)	501
(ゾーン番号2	格子点数2	(格子点番号2 1	格子点番号2 2	格子点番号2 N2)	
(ゾーン番号i	格子点数i	(格子点番号i 1	格子点番号i 2	格子点番号i N1)	501

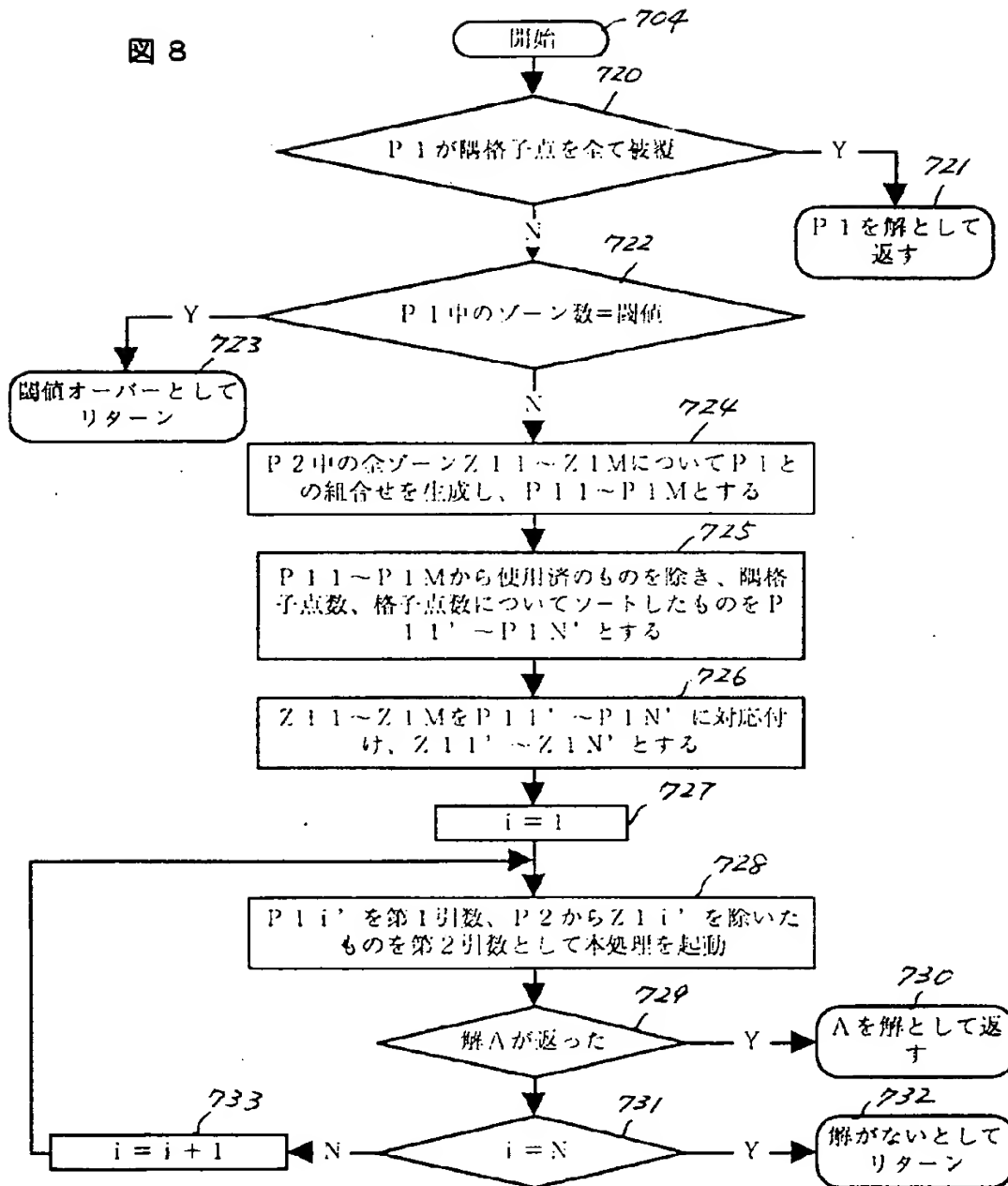
【図 7】

図 7

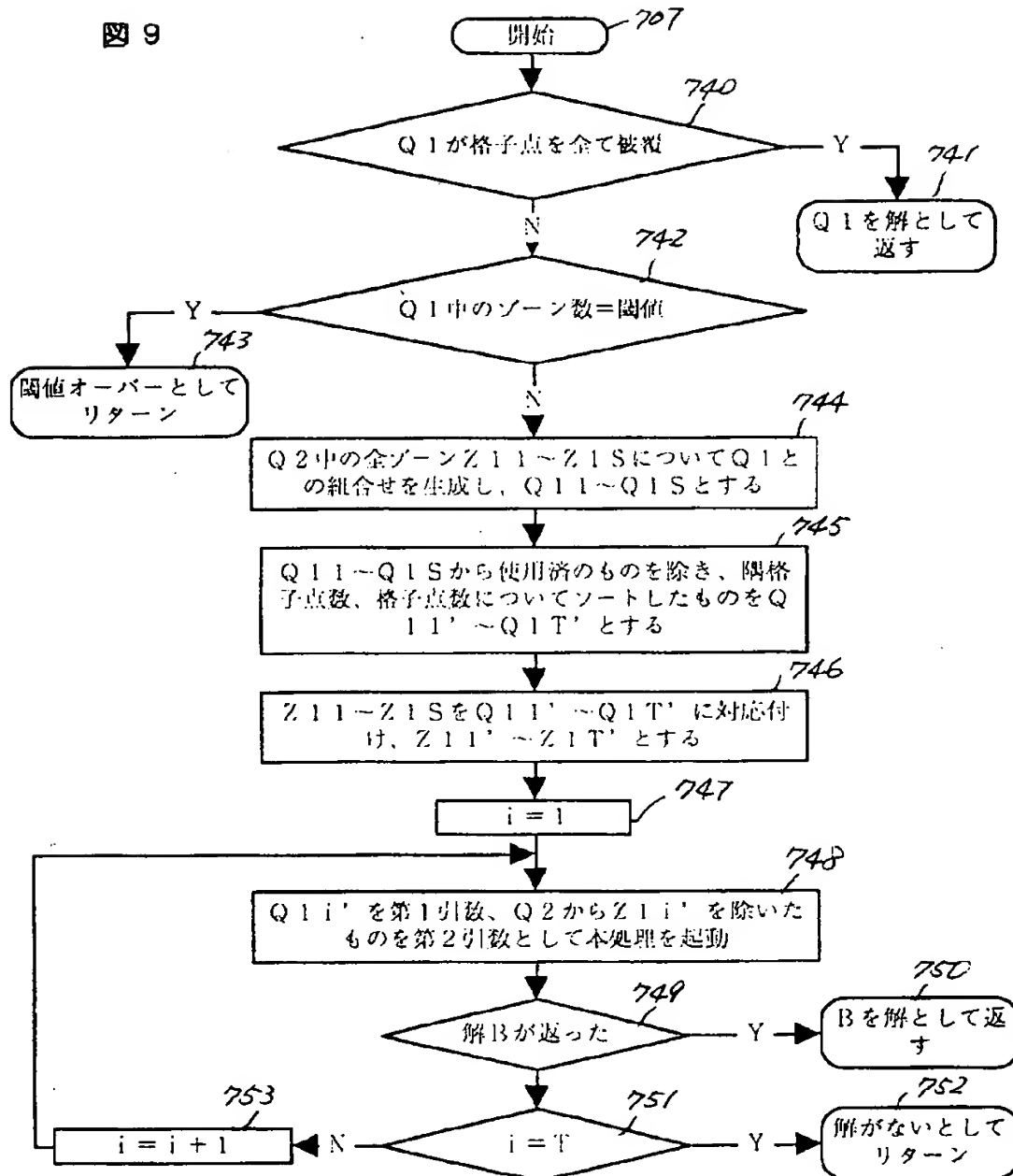


【図8】

図 8



【図9】



フロントページの続き

(72) 発明者 苗村 幹也  
 神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地 株  
 式会社日立製作所情報通信事業部内

(72) 発明者 橋本 定芳  
 神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地 株  
 式会社日立製作所無線事業推進本部内